Iranian Journal of Animal Science Research
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

Research Article
Vol. 16, No.1, 2024, p. 39-55

Effect Different Levels of Oak Fruit Processed with Sodium Hydroxide and Urea on Ruminal Fermentation, Morphology, Ruminal Degradability and Microbial Protein Synthesis in Crossed Zell and Atabai Fattening Male Lambs

Mohammad Norozi [1], Yadollah Chshnidel [*2], Mostafa Yousefelahi [3], Asadolah Teymouri Yanesari [4]

١- Ph.D. Student in Animal Nutrition, Faculty of Animal Sciences and Fisheries, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran.
2 and 4- Associate Professor and Professor of Department of Animal Sciences, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran.
3- Associate Professor of Department of Animal Sciences, Zabol University, Iran.
*Corresponding Author's Email: ychashnidel2002@yahoo.com

Received: 03-01-2023 Revised: 28-02-2023 Accepted: 01-03-2023 Available Online: 01-03-2023	**How to cite this article:** Norozi, M., Chshnidel, Y., Yousefelahi, M., & Teymouri Yanesari, A. (2023). Effect different levels of oak fruit processed with sodium hydroxide and urea on ruminal fermentation, morphology, ruminal degradability and microbial protein synthesis in Crossed Zell and Atabai fattening male lambs. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *16*(1), 39-55. (In Persian with English Abstract). https://doi.org/10.22067/ijasr.2023.82697.1149

Introduction: Nowadays, excessive exploitation of natural resources and excessive grazing of pastures has led to a sharp decrease in feed sources for ruminant animals. Considering the fact that today most of the feed materials needed by livestock are expensive, replacing them with cheaper feed materials, in a way that does not result in a decrease in livestock productivity is of great importance. Oak fruit is one of the cheap feed that can be used in animal feed. Livestock feeding with oak fruit is particularly important due to high production per unit area, non-competition with human nutrition and easy access. The Alborz Mountains in the northern part of the country are covered by oak forests, from Talash forests to Naharkhoran forests in Gorgan, according to the climatic conditions and altitude, there are several species of oak trees. Therefore, considering the abundance of oak fruit in the forests of the central part of Mazandaran province and also the lack of scientific studies on the effects of consumption of oak fruit processed with sodium hydroxide and urea on degradability indicators and microbial protein production, the present study is to investigate the effect different levels of oak fruit processed with sodium hydroxide and urea on ruminal fermentation, morphology, ruminal degradability and microbial protein synthesis in crossed Zell and Atabai fattening male lambs.

Material and Methods: In the first study, from the number of 20 fattening male lambs mixed with Zel and Atabai with an mean age of 5.5±0.38 months and an initial weight of 27±0.4 kg in a completely randomized design with 4 treatments and 5 repetitions for 90 The day was used. The experimental treatments included the control group (no oak fruit + polyethylene glycol) and treatments containing levels of 10, 20 and 40% in the dry matter of

https://doi.org/10.22067/ijasr.2023.82697.1149

oak fruit processed with sodium hydroxide and urea in the diet. In the second study, the number of 3 fistulaized Zell sheep with mean weight of about 40 kg and an average age of approximately 10 months were used to estimate the parameters of degradability. The oak fruit used in this study was randomly collected from oak trees of the Bolandmazo species (*Quercus castaneifolia* C. A. Mey) in different forest areas of Mazandaran province from late summer to early autumn. Data obtained were analyzed by statistical software SAS (version 1.9).

Results and Discussion: The results of rumen fermentation parameters showed that there was a significant difference between experimental treatments in ammonia nitrogen, total volatile fatty acids, bacterial population and protozoa of rumen fluid ($P<0.05$). The highest and lowest concentrations of ammonia nitrogen were observed in the control group and the 20% processed oak fruit treatment, respectively. In the concentration of total volatile fatty acids, the treatment of 20% of processed oak fruit had the highest concentration and the treatment of 40% of processed oak fruit had the lowest concentration. There was no significant difference between the experimental treatments in the results of the morphological characteristics of the rumen villi. Degradability parameters of dry matter and crude protein were determined under the influence of experimental treatments ($P<0.05$). In the parameters of degradability of dry matter and crude protein, rapidly degraded fraction, constant rate of degradation and effective degradability with different passage rate had significant differences between experimental treatments ($P<0.05$). In dry matter degradability parameters, the control group and the treatment group of 40% processed oak fruit had the highest and lowest value of rapidly degraded fraction and constant rate of degradation, respectively. The results of gas production parameters showed that there was a significant difference between experimental treatments in gas production potential, short chain acids, digestibility of organic matter and metabolizable energy ($P<0.05$). The results of excretion of purine derivatives and microbial protein production showed that there was a significant difference between the experimental treatments in the amounts of excreted allantoin, xanthine+hypoxanthine, excreted purine derivatives, absorbed purine derivatives and microbial protein ($P<0.05$).

Conclusion: The general results of the current research showed that an increase in the concentration of volatile fatty acids, degradability of dry matter and crude protein, as well as the production of microbial protein was observed with consumption of 40% processed oak fruit. Also, an increase in the population of ruminal fluid bacteria and protozoa was observed in the treatment of 20% processed oak fruit. In general, it is recommended to use the level of 40% of processed oak fruit in feeding fattening lambs.

Key words: Lamb fattening, Microbial protein, Degradability, Rumen parameters, Oak fruit processing

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۱۶، شماره ۱، بهار ۱۴۰۳، ص. ۵۵-۳۹

اثر سطوح مختلف میوه بلوط فرآوری شده با هیدروکسید سدیم و اوره بر فراسنجه‌های تخمیر، ریخت‌شناسی، تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای و ساخت پروتئین میکروبی در بره‌های نر پرواری آمیخته زل با آتابای

محمد نوروزی[۱]، یداله چاشنی دل *[۲]، مصطفی یوسف الهی[۳]، اسداله تیموری یانسری [٤]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۱۰
تاریخ بازنگری:۱۴۰۲/۰۴/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۰۱

چکیده

به‌منظور بررسی اثر سطوح مختلف میوه بلوط فرآوری شده با هیدروکسید سدیم و اوره بر فراسنجه‌های تخمیر و ریخت‌شناسی شکمبه‌ای، تجزیه‌پذیری و ساخت پروتئین میکروبی در بره‌های نر پرواری آمیخته زل، از تعداد ۲۰ رأس بره نر پرواری آمیخته زل با آتابای با میانگین سن ۰/۵±۵ ماه و وزن اولیه ۲±۲۷ کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار و پنج تکرار به‌مدت ۹۰ روز استفاده شد. دام‌ها در هر تیمار بعد از گذراندن دوره عادت‌پذیری دو هفته‌ای، در قفس‌های انفرادی برای انجام تحقیق نگهداری شدند. تیمارهای آزمایشی شامل گروه شاهد (فاقد میوه بلوط + پلی‌اتیلن گلیکول) و تیمارهای حاوی سطوح ۱۰، ۲۰ و ۴۰ درصد در ماده خشک میوه بلوط فرآوری شده با هیدروکسید سدیم و اوره بودند. مایع شکمبه بره‌های آزمایشی در روز ۹۰ آزمایش سه ساعت پس از خوراک‌دهی نوبت صبح با استفاده از لوله مری به‌منظور تعیین فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای، جمعیت کل باکتری‌ها و پروتوزوآی مایع شکمبه گرفته شد. به‌منظور تخمین فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری از تعداد سه رأس گوسفند نژاد زل فیستولاگذاری شده با میانگین وزن حدود ۲±۴۲ کیلوگرم و با میانگین سنی تقریباً ۱۰ ماه استفاده شد. نتایج فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای نشان داد که در نیتروژن آمونیاکی، کل اسیدهای چرب فرار، جمعیت باکتری‌ها و پروتوزآی مایع شکمبه تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت ($P<0/05$). بالاترین و پایین‌ترین غلظت نیتروژن آمونیاکی به‌ترتیب در گروه شاهد و تیمار ۲۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده مشاهده شد. در غلظت کل اسیدهای چرب فرار، تیمار ۲۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده دارای بالاترین غلظت و تیمار ۴۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده دارای پایین‌ترین غلظت بود. در نتایج خصوصیات ریخت‌شناسی پرزهای شکمبه تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی وجود نداشت. فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت ($P<0/05$). در فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام، بخش سریع‌تجزیه، ثابت نرخ تجزیه و تجزیه‌پذیری مؤثر با سرعت‌های عبور مختلف دارای تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی بودند ($P<0/05$). در فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک، گروه شاهد و تیمار ۴۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده به‌ترتیب دارای بالاترین و پایین‌ترین مقدار بخش سریع تجزیه و ثابت نرخ تجزیه‌پذیری بودند. نتایج فراسنجه‌های تولید گاز نشان داد که در پتانسل تولید گاز، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر، قابلیت هضم مواد آلی و انرژی قابل متابولیسم تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت ($P<0/05$). نتایج دفع مشتقات پورینی و تولید پروتئین میکروبی نشان داد که در مقادیر آلانتوئین دفعی، گزانتین + هیپوگزانتین، مشتقات پورینی دفع شده، مشتقات پورینی جذب شده و پروتئین میکروبی تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت ($P<0/05$). نتایج کلی تحقیق حاضر نشان داد که بهبود فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای، تجزیه‌پذیری و ساخت پروتئین میکروبی با مصرف ۴۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده مشاهده شد و استفاده از سطح ۴۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده در تغذیه بره‌های پرواری قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: بره پرواری، پروتئین میکروبی، تجزیه‌پذیری، فراسنجه‌های شکمبه‌ای، فرآوری میوه بلوط

مقدمه

امروزه بهره‌برداری بی‌رویه از منابع طبیعی و چرای مفرط مراتع، منجر به کاهش شدید منابع خوراکی برای دام‌های نشخوارکننده شده است. با در نظر گرفتن این واقعیت که امروزه هزینه مواد خوراکی مورد نیاز دام‌ها گران قیمت می‌باشند، جایگزینی آن‌ها با مواد خوراکی ارزان‌تر و غیر مرسوم، به نحوی‌که کاهش بازده دام‌ها را در پی نداشته باشد، از اهمیت بالایی برخوردار است (Harsini *et al*., 2013). یکی از مواد غذایی ارزان قیمت که امکان استفاده در تغذیه دام را دارد، میوه بلوط می‌باشد. تغذیه دام با میوه بلوط، به‌دلیل تولید زیاد در واحد سطح، عدم رقابت با تغذیه انسان و دسترسی آسان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Harsini *et al*., 2013). بخش‌هایی از کوه‌های البرز در بخش شمال کشور، به‌وسیله درختان بلوط پوشیده شده که از جنگل‌های تالش تا جنگل‌های نهارخوران گرگان با توجه به شرایط اقلیمی و ارتفاع از سطح دریا، رویشگاه چندین گونه از درختان بلوط است. درخت بلوط متعلق به خانواده فاگاسه و جنس *کوئرکوس* می‌باشد. نام عمومی گونه بلوط، Oak بوده و نام علمی گونه بلوط ایرانی واقع در جنگل‌های مازندران *Quercus Castanifolia* می‌باشد (Amiri *et al*., 2008). تجزیه تقریبی میوه بلوط نشان می‌دهد که، ترکیب شیمیایی بلوط مشابه غلات است. میوه بلوط به‌علت داشتن مقادیر بالایی کربوهیدرات که به‌طور عمده نشاسته (۸۰ تا ۹۰ درصد مواد قندی) می‌باشد، دارای انرژی بالایی است (Bouderoua *et al*., 2009). لذا، نتایج برخی مطالعات نشان داد که می‌توان از میوه بلوط به‌عنوان منبع انرژی در تغذیه دام‌های پرواری استفاده کرد (Mekki *et al*., 2019; Mekki et al., 2022). میوه بلوط حاوی مقادیر قابل‌توجهی از ترکیبات فنولی و تانن می‌باشد که این ترکیبات از ترکیبات ضد تغذیه‌ای گیاهان برای حیوانات هستند (Bouderoua *et al*., 2009). میوه بلوط حاوی ۹۱ درصد ماده خشک، ۴/۷۵ درصد پروتئین خام و پنج درصد چربی خام می‌باشد، همچنین، دانه بلوط حاوی ۸/۸ درصد تانن بوده که ۵۷ درصد آن تانن قابل هیدرولیز است. تانن‌های قابل هیدرولیز مشتقاتی از اسید گالیک (۳، ۴ و ۵ تری‌هیدروکسی اسید بنزوییک) می‌باشند (Bouderoua *et al*., 2009). پژوهشگران نشان دادند که میوه بلوط به روش‌های مختلف در تغذیه دام‌ها می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (Yousef Elahi and Rouzbehan, 2008). مطالعات نشان داد که فرآوری میوه بلوط به روش‌های مختلف شیمیایی مانند پلی اتیلن گلیکول (Fagundes *et al*., 2014) و هیدروکسید سدیم و اوره (Makkar and Singh, 1993) می‌تواند در کاهش سطح تانن کل مؤثر باشد. نتایج تحقیقات علمی مختلف نشان داد که مصرف میوه بلوط فرآوری شده سبب افزایش جمعیت پروتوزوآ (Yanez-Ruiz *et al*., 2004) و افزایش غلظت اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه (Hoseinpour-Mohammadabadi and Chaji, 2019) در دام‌های نشخوارکننده شد. همچنین مطالعات نشان دادند که فرآوری خوراک‌های حاوی تانن با هیدروکسید سدیم و اوره سبب بهبود فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه (Mahdavi *et al*., 2008) و ساخت پروتئین میکروبی (Yarahmadi *et al*., 2017) شد. بنابراین، با توجه به وفور میوه بلوط در جنگل‌های بخش مرکزی استان مازندران و نیز کم بودن مطالعات علمی درباره اثر مصرف میوه بلوط فرآوری شده با هیدروکسید سدیم و اوره در بره‌ها، پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثر سطوح مختلف میوه بلوط فرآوری شده با هیدروکسید سدیم و اوره بر فراسنجه‌های تخمیر، ریخت‌شناسی شکمبه‌ای، تجزیه‌پذیری و ساخت پروتئین میکروبی در بره‌های نر پرواری آمیخته زل و آتابای انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در پاییز ۱۴۰۰ در یک واحد خصوصی پرواربندی بره واقع در استان مازندران، شهرستان ساری انجام شد. در مرحله اول آزمایش، از تعداد ۲۰ رأس بره نر پرواری آمیخته زل با آتابای با میانگین سن ۰/۵± ۵ ماه و وزن اولیه ۲±۲۷ کیلوگرم در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار و پنج تکرار استفاده شد. طول دوره ۹۰ روز و طول دوره عادت‌پذیری به جیره‌های آزمایشی و نیز قفس‌های متابولیکی (با ابعاد ۱/۵×۱/۱ مترمربع) ۱۴ روز بود. تیمارهای آزمایشی شامل گروه شاهد (فاقد میوه بلوط + پلی‌اتیلن گلیکول) و تیمارهای حاوی سطوح ۱۰، ۲۰ و ۴۰ درصد در ماده خشک میوه بلوط فرآوری شده با هیدروکسید سدیم و اوره در جیره بودند. جیره‌های آزمایشی توسط نرم‌افزار سیستم تغذیه نشخوارکنندگان کوچک (SRNS[۱]) (Tedeschi *et al*., 2010) براساس احتیاجات جداول NRC (NRC, 2007) تنظیم و به‌صورت جیره کاملاً مخلوط تهیه شد (جدول ۱). خوراک مصرفی بره‌ها به‌صورت کاملاً مخلوط در حد اشتها در دو نوبت (ساعت ۸:۰۰ و ۱۷:۰۰) در اختیار دام‌ها قرار گرفت.

۱- دانشجوی دوره دکتری تغذیه دام، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
۲ و ۴- دانشیار و استاد، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
۳- دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email:ychashnidel2002@yahoo.com)
https://doi.org/10.22067/ijasr.2023.82697.1149

1- Small Ruminant Nutrition System (SRNS)

جدول ۱– اقلام خوراکی و ترکیبات شیمیایی جیره‌های آزمایشی مورد استفاده (درصد ماده خشک)

Table 1- Ingredients and chemical composition of the experimental diets (% DM)

اقلام Ingredients	تیمارهای آزمایشی[۱] Experimental treatments[1]			
	1	2	3	4
یونجه Alfalfa	20.0	20.0	20.0	20.0
کاه گندم Wheat straw	10.0	10.0	10.0	10.0
دانه جو Barley grain	22.0	16.0	14.0	6.5
دانه ذرت Corn grain	25.0	22.0	15.0	4.5
میوه بلوط فرآوری شده Processed oak fruit	0.0	10	20	40
کنجاله سویا Soybean meal	9.5	10.0	10.0	13.0
سبوس گندم Wheat bran	8.0	6.5	5.5	2.0
تفاله چغندر قند Sugar beet pulp	2.5	2.5	2.50	1.50
مکمل معدنی+ویتامینی[۲] Mineral + vitamin premix[2]	0.5	0.5	0.5	0.5
نمک معمولی Common salt	0.5	0.5	0.5	0.5
بیکربنات سدیم Sodium bicarbonate	1	1	1	1
کربنات کلسیم Calcium carbonat	1	1	1	1
ترکیب شیمیایی Chemical composition				
انرژی قابل سوخت و ساز (مگاکالری/کیلوگرم) Metabolizable energy (Mcal/kg)	2.52	2.61	2.65	2.70
پروتئین خام (درصد) Crude protein (%)	14.03	14.10	14.08	14.06
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد) Nutrient detergent fiber (%)	37.20	38.25	38.25	38.40
کلسیم (درصد) Calcium (%)	0.77	0.82	0.85	0.88
فسفر کل (درصد) Total phosphorus (%)	0.49	0.47	0.46	0.40

[۱] تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- گروه شاهد (فاقد میوه بلوط+ PEG)، ۲- تیمار حاوی ۱۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده با هیدروکسید سدیم + اوره، ۳- تیمار حاوی ۲۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده با هیدروکسید سدیم + اوره و ۴- تیمار حاوی ۴۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده با هیدروکسید سدیم + اوره بودند.

[۲] هر کیلوگرم از مکمل ویتامینی شامل ۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3 و ۱/۰ گرم ویتامین E. هر کیلوگرم از مکمل معدنی شامل ۱۸۰ :گرم کلسیم، ۹۰ گرم فسفر، ۲۰ گرم منیزیم، ۶۰ گرم سدیم، ۲ گرم منگنز، ۳ گرم آهن، ۰/۳ گرم مس، ۳ گرم روی، ۱/۰ گرم کبالت، ۱/۰ گرم سلنیم، ۱/۰ گرم ید، ۴ گرم آنتی‌اکسیدانت.

[1]Experimental treatments include: 1- control group (no oak fruit + PEG), 2- treatment containing 10% oak fruit processed with sodium hydroxide + urea, 3- treatment containing 20% oak fruit processed with sodium hydroxide + urea and 4 - The treatment contained 40% oak fruit processed with sodium hydroxide + urea

[2]Mineral vitamin mix composition: 500,000 IU/kg of vitamin A; 100,000 IU/kg of vitamin D_3; 1.0 g/kg of vitamin E; Mineral mineral mix composition: Mg; 180 g/kg of Ca; 90 g/kg of P; 20 g/kg of Mn; 60 g/kg of Na; 2.0 g/kg of Mn; 3.0 g/kg of Zn; 1.0 g/kg of Co; 1.0 g/kg of Se; 1.0 g/kg of I; 3.0 g/kg of Antioxidants.

میوه بلوط مورد استفاده در این تحقیق از درختان بلوط گونه بلندمازو (*Quercus castaneifolia* C. A. Mey) در مناطق مختلف جنگلی استان مازندران از اواخر فصل تابستان تا اوایل فصل پاییز به‌طور تصادفی جمع‌آوری شد. به‌دلیل بالا بودن محتوای رطوبت، میوه‌های بلوط به‌مدت ۴۸ ساعت در شرایط محیط در سایه خشک تا رسیدن به رطوبت حداقل، خشک شد. به‌دلیل غیر یکنواخت بودن شکل و اندازه مغزهای بلوط، پس از جداکردن پوسته چوبی و پوشش داخلی مقداری از میوه‌ها کوبیده و از الک با شماره مش ۲۰ عبور داده شد تا نمونه‌هایی یکنواخت با ابعاد کوچک‌تر به‌دست آید. روش فرآوری میوه بلوط بدین صورت بود که به‌ازای هر کیلوگرم میوه بلوط، ۳۵ گرم اوره با ۳۵ گرم هیدروکسید سدیم در ۲۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر محلول و بر روی میوه بلوط آسیاب شده اسپری شد. سپس نمونه‌های بلوط در ظروف پلاستیکی در بسته به‌مدت ۳۰ روز به‌منظور عمل‌آوری شیمیایی نگهداری و بعد از خشک شدن آماده مصرف در جیره دام‌های پرواری شد (Ghaderi *et al.*, 2011). ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، عصاره اتری و خاکستر خام نمونه‌های میوه بلوط براساس روش‌های استاندارد (AOAC, 2003) و مقادیر الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی براساس روش ون‌سوست و همکاران اندازه‌گیری شد (Van Soest *et al.*, 1991). ترکیبات شیمیایی و فنولی میوه بلوط خام و فرآوری شده مورد استفاده در این تحقیق در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲- ترکیبات شیمیایی و فنولی میوه بلوط خام و فرآوری شده به‌روش هیدروکسید سدیم و اوره (درصد ماده خشک)

Table 2- Chemical and phenolic composition of raw oak fruit and processed by sodium hydroxide and urea method (% dry matter)

ترکیبات شیمیایی و فنولی Chemical and phenolic composition	نوع میوه بلوط مورد استفاده The type of oak fruit used میوه بلوط فرآوری شده Oak fruit processed	 میوه بلوط خام Raw oak fruit
ماده خشک Dry matter	92.23	91.63
ماده آلی Organic matter	94.86	95.15
پروتئین خام Crude protein	10.12	5.45
عصاره اتری Ether extract	8.95	8.12
خاکستر Ash	2.85	2.66
الیاف نامحلول در شوینده خنثی Nutrient detergent fiber	33.13	32.02
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی Acid detergent fiber	20.24	21.11
کل ترکیبات فنلی قابل استخراج براساس اسید تانیک Total extractable phenolic compounds based on tannic acid (TP)	7.12	8.01
کل تانن‌های قابل استخراج بر حسب اسید تانیک Total extractable tannins according to tannic acid (TT)	4.13	4.85
تانن‌های متراکم قابل استخراج Condensed extractable tannins (CT)	0.88	0.86
تانن‌های قابل هیدرولیز بر حسب اسید گالیک Hydrolyzable tannins according to gallic acid (HT)	3.20	3.74

فراسنجه‌های شکمبه‌ای و ریخت‌شناسی بافت شکمبه:

مایع شکمبه بره‌های آزمایشی در روز ۹۰ آزمایش سه ساعت پس از خوراک‌دهی نوبت صبح با استفاده از لوله مری، از شکمبه گرفته شد. با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتال قابل حمل (مدل WPA-CD 500، ساخت کشور انگلستان) اندازه‌گیری pH مایع شکمبه بلافاصله بعد از گرفتن نمونه مایع شکمبه بره‌ها انجام شد. سپس نمونه مایع شکمبه با پارچه چهار لایه کرباسی تمیز مخصوص صاف شد و نمونه‌ای از آن برای تعیین نیتروژن آمونیاکی و ترکیب اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه به‌طور جداگانه برداشته (۱۰ میلی‌لیتر) شد.

پس از افزودن یک میلی‌لیتر اسید متافسفریک ۲۵ درصد به‌ازای هر چهار میلی‌لیتر مایع شکمبه، نمونه‌ها در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (Broderick and Kang, 1980). اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه با استفاده از روش تیتراسیون (Conway, 1950) و ترکیب اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه شامل استیک، پروپیونیک، بوتیریک، والریک و ایزووالریک با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی (GC–PU4410–PHILIPS) انجام شد (Ottenstein and Bartley, 1971). در پایان آزمایش تعداد ۸ راس بره (دو بره از هر تیمار) بعد از محرومیت ۱۲ ساعت از مصرف خوراک، به‌طور کاملاً تصادفی کشتار شدند. برای بررسی خصوصیات ریخت‌شناسی بافت دیواره شکمبه پس از شستن شکمبه و نگاری با آب سرد، توسط کارد باز شد و از نه نقطه (کیسه شکمی) و از هر نقطه سه نمونه به اندازه یک سانتی‌متر مربع نمونه‌گیری و نمونه با محلول ۲۰ درصد فرمالین ثابت شد و به‌وسیله دستگاه بینی‌کولار با بزرگنمایی ۲۰، به‌روش گرینوود و همکاران اندازه‌گیری شد (Greenwood et al., 1997).

جمعیت کل باکتری‌ها و پروتوزوآ مایع شکمبه:

برای اندازه‌گیری جمعیت کل باکتری‌های مایع شکمبه، بعد از جمع‌آوری نمونه‌های مایع شکمبه بره‌های آزمایشی در روز ۹۰ آزمایش با استفاده از لوله مری و پمپ وکیوم (سه ساعت بعد از مصرف وعده خوراک صبح) بلافاصله در فلاسک آب گرم به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه جمعیت باکتری‌ها با استفاده از جداول MPV (محتمل‌ترین روش) شمارش شد (Dehority, 2003). برای اندازه‌گیری جمعیت پروتوزوآ مایع شکمبه بره‌های آزمایشی در روز ۹۰ آزمایش، تعداد سه رأس بره از هر تیمار انتخاب شد. ۲۰ میلی لیتر مایع شکمبه با استفاده از لوله پلاستیکی و پمپ وکیوم، سه ساعت بعد از وعده خوراک صبح از شکمبه حیوانات اخذ شد. با استفاده از پارچه چهار لایه کرباسی تمیز مخصوص صاف و با حجم مساوی از فرمالین ۱۸ درصد مخلوط و پس از رنگ‌آمیزی با رنگ متیلن بلو، بریلیانت گرین و لوگول در تاریکی و در دمای اتاق به‌مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. نتایج شمارش پروتوزوآ به‌صورت غلظت (تعداد پروتوزوآ در هر میلی‌لیتر از مایع شکمبه) با استفاده از معادله ۱ گزارش شد (Dehority, 2003).

$$N = 10.4 \times a \times d \qquad \text{(۱) معادله}$$

که در آن، N: تعداد مژه‌داران در یک میلی‌لیتر از مایع شکمبه، a: تعداد مژه‌داران در چهار بخش در لام هماسیستومتر (نئوبار) و d: نرخ رقت نمونه است.

فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری:

در مرحله دوم انجام آزمایش‌ها، از تعداد سه رأس گوسفند نژاد زل فیستولاگذاری شده با میانگین وزن حدود ۲±۴۲ کیلوگرم و با میانگین سنی تقریباً ۱۰ ماه به‌منظور تخمین فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری استفاده شد. گوسفندان در جایگاهی مسقف و نیمه باز، داخل قفس متابولیکی با جیره‌ای کمی بیش از سطح نگهداری، قرار داشتند. در این آزمایش، از کیسه‌های نایلونی با جنس پلی‌استر (داکرون) با قطر منافذ ۵±۴۵ میکرومتر و به ابعاد ۹×۷ سانتی‌متر استفاده شد. برای هر نمونه در هر زمان مورد نظر تعداد چهار کیسه (تکرار) تهیه و حداقل در دو گوسفند فیستوله‌دار شکمبه‌گذاری شد. همه کیسه‌های حاوی نمونه‌های جیره‌های آزمایشی (سه گرم) را قبل از قرار دادن در شکمبه، در یک ظرف حاوی آب ولرم با دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد به‌مدت پنج دقیقه خیسانده تا رطوبت کافی را جذب نمایند. این عمل به‌خاطر مرطوب شدن نمونه‌ها و دسترسی سریع میکروارگانیسم‌ها به سوبسترا است. سپس کیسه‌های حاوی نمونه با اتصال به یک شیلنگ لاستیکی از طریق فیستولا وارد شکمبه شد. کیسه‌های حاوی نمونه در فواصل زمانی ۴، ۸، ۱۲، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲و ۹۶ ساعت پس از انکوباسیون از شکمبه خارج شد و پس از شستشو در ماشین لباسشویی و خشک نمودن برای تعیین اجزای ترکیبات مغذی تجزیه نشده در نمونه‌ها آنالیز شد. برای تعیین تجزیه‌پذیری در زمان صفر، کیسه‌ها بدون انکوباسیون در شکمبه و با استفاده از ماشین لباسشویی به‌مدت ۱۵ دقیقه با آب ولرم مورد شستشو قرار گرفت. میزان ناپدید شدن مواد مغذی و فراسنجه‌های هضمی آن با استفاده از معادله اورسکوف و مکدونالد (Ørskov and McDonald, 1979) تخمین زده شد و سپس درصد تجزیه پذیری با استفاده از معادله ۲ مشخص شد:

معادله (۲)

$$\text{درصد تجزیه پذیری} = ۱ - \frac{\text{مقدار باقیمانده نمونه در کیسه}}{\text{مقدار نمونه اولیه در کیسه}} \times ۱۰۰$$

با استفاده از نرم‌افزار Neway میزان ناپدید شدن مواد در زمان های مختلف و همچنین فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری مواد مغذی براساس معادله ۳ برای زمان‌های مختلف محاسبه شد.

$$P = a + b(1 - e^{-ct}) \qquad \text{(۳) معادله}$$

که در آن، P: تجزیه‌پذیری ماده مغذی، a: بخش سریع تجزیه‌شونده در شکمبه، b: بخش کند تجزیه‌شونده در شکمبه، c: ثابت نرخ تجزیه، e: عدد نپر و t: زمان انکوباسیون در شکمبه (ساعت) بود.

آزمون تولید گاز:

از سه رأس گوسفند فیستولادار به‌منظور تهیه شیرابه شکمبه استفاده شد. شیرابه شکمبه گوسفندان قبل از خوراک صبح به‌وسیله دستگاه پمپ خلأ، جمع‌آوری و در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد به آزمایشگاه انتقال داده شد. شیرابه با استفاده از چهار لایه پارچه و تحت جریان گاز دی‌اکسیدکربن و دمای ۳۹ درجه سانتیگراد صاف

شد. مخلوط بافر حاوی نسبت یک به چهار شیرابه شکمبه و بزاق مصنوعی خواهد بود (Menke and Steingass, 1988). بهازای هر نمونه دو تکرار (سرنگ) و سه سرنگ نیز برای بلانک در نظر گرفته شد. حجم گاز تولیدی در زمان‌های ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ بعد از انکوباسیون قرائت شد. فراسنجه‌های تولید گاز از معادله نمایی ۴ محاسبه شد (Ørskov and McDonald, 1979).

معادله (۴)

$$Y = b(1 - e^{-ct})$$

میزان انرژی قابل متابولیسم از معادله (۵)؛ ME = 2.2 + 0.136 GP + 0.0057 CP + 0.00029 CP² محاسبه شد (Menke and Steingass, 1988).

معادله (۵)

$$ME = 2.2 + 0.136\ GP + 0.0057\ CP + 0.00029\ CP^2$$

که در آن، ME: انرژی قابل متابولیسم (مگاژول بر کیلوگرم)، GP: حجم گاز تولیدی تصحیح شده برای ۲۴ ساعت (میلی‌لیتر به‌ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک) و CP: پروتئین خام (گرم در کیلوگرم ماده خشک) بود.

همچنین قابلیت هضم ماده آلی با استفاده از معادله ۶ محاسبه شد.

معادله (۶)

$$OMD = 14.88 + 0.889\ GP + 0.045\ CP + 0.0651\ Ash$$

که در آن، OMD: قابلیت هضم ماده آلی (گرم در کیلوگرم ماده خشک)، GP: حجم گاز تولیدی تصحیح شده برای ۲۴ ساعت (میلی لیتر به‌ازای ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک)، CP: پروتئین خام (گرم در کیلوگرم ماده خشک) و Ash: خاکستر خام (گرم در کیلوگرم ماده خشک) است.

ساخت پروتئین میکروبی:

پس از جمع‌آوری ادرار، با اضافه کردن اسید سولفوریک ۱۰ درصد، مقدار ۲۰ میلی‌لیتر از آن برای آنالیز شیمیایی نمونه‌گیری و در دمای پنج درجه سانتیگراد نگهداری شد. برای اندازه‌گیری آلانتوئین، گزانتین و هیپوگزانتین ادرار از روش اسپکتوفتومتری استفاده و با روش چن و گومز (Chen and Gomes, 1992) محاسبه شد. اندازه‌گیری اسید اوریک با استفاده از کیت شرکت درمان کاو انجام شد. پروتئین میکروبی تولید شده (برحسب گرم در روز) به‌کمک معادله ۷ محاسبه شد (Chen and Gomes, 1992).

معادله (۷)

$$Y = ۰/۸۴\ X + (۰/۱۵\ W^{۰/۷۵}\ EXP)\ (-۰/۲۵X)$$

که در آن، Y: نیتروژن میکروبی تولید شده (بر حسب گرم در روز)؛ ضریب ۰/۸۴: مقدار پورین جذب شده که به‌صورت ترکیب پورینی در گوسفند از طریق ادرار دفع می‌شود؛ X: مشتقات پورینی دفعی ادرار با منشأ میکروبی (میلی‌مول در روز)، $W^{۰/۷۵}$: وزن متابولیکی حیوان (بر حسب کیلوگرم) و ضریب ۰/۱۵: میلی‌مول پورین دفعی ادرار با منشأ داخلی به‌ازای هر کیلوگرم وزن متابولیکی است.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها:

داده‌ها با استفاده از رویه مدل‌های آمیخته (Mixed) نرم‌افزار آماری SAS ویرایش ۹/۱ (SAS, 2001) و با در نظر گرفتن اثر تیمار به‌عنوان اثر ثابت و وزن اولیه پروار به‌عنوان متغیر کمکی تجزیه شد (معادله ۷). به‌دلیل عدم معنی‌داری وزن اولیه پروار به‌عنوان اثر متغیر کمکی، از مدل آنالیز آماری حذف شد.

معادله ۷)

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

که در آن، Y_{ij}: صفت مورد نظر، μ: میانگین کل داده‌ها، T_i: اثر ثابت تیمار آزمایشی و e_{ij}: اثر خطای آزمایش می‌باشد.

مقایسه میانگین تیمارها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد (Duncan, 1955).

نتایج و بحث

فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای:

نتایج فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای بره‌های پرواری در جدول ۳ نشان داد که در نیتروژن آمونیاکی، کل اسیدهای چرب فرار، جمعیت باکتری‌ها و پروتوزآ مایع شکمبه تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت ($P<۰/۰۵$). بالاترین و پایین‌ترین غلظت نیتروژن آمونیاکی به‌ترتیب در گروه شاهد و تیمار ۲۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده مشاهده شد. در غلظت کل اسیدهای چرب فرار، تیمار ۲۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده دارای بالاترین غلظت و تیمار ۴۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده دارای پایین‌ترین غلظت بود. همچنین بالاترین و پایین‌ترین جمعیت باکتری‌ها و پروتوزوآ مایع شکمبه به‌ترتیب در تیمار ۲۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده و گروه شاهد وجود داشت.

در مطالعه‌ای با بررسی تأثیر تانن متراکم با منشأ لگوم‌های برزیلی در شاخص‌های شکمبه‌ای بزهای سانن، مشاهده شد pH مایع شکمبه بالاتر و نیتروژن آمونیاکی کمتر در تیمارهای حاوی تانن نسبت به تیمارهای حاوی اتیلن گلیکول بود (Guimarães-Beelen *et al.*, 2006). اهمیت تانن مصرفی علاوه‌بر سطح مورد استفاده می‌تواند عامل نتایج متفاوت در مطالعات انجام شده باشد. تانن متراکم با ایجاد پیوند با پروتئین محلول، خوراک، پلیمرهای دیواره سلولی و پروتئازهای باکتریایی و تغییر مرفولوژی گونه‌های خاص باکتری موجب کاهش ساخت پروتئین میکروبی می‌شود؛ از طرفی با کاهش هضم پروتئین خوراک در شکمبه باعث کاهش سطح نیتروژن

آمونیاکی و بازچرخ نیتروژن در شکمبه مـی‌شـود (Kozloski *et al.*, 2012).

جدول ۳- اثر سطوح مختلف میوه بلوط فرآوری شده با هیدروکسید سدیم + اوره روی فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای، جمعیت باکتری‌ها و پروتوزآی مایع شکمبه

Table 3- Effect of different levels of oak fruit processed with sodium hydroxide + urea on parameters of rumen fermentation and population of bacteria and protozoa in rumen fluid

فراسنجه‌ها Parameters	تیمارهای آزمایشی[۱] Experimental treatments[1] 1	2	3	4	خطای استاندارد میانگین SEM	احتمال معنی‌داری P-value
pH مایع شکمبه Ruminal fluid pH	6.54	6.45	6.29	6.34	0.15	0.849
نیتروژن آمونیاکی (میلی‌گرم در دسی لیتر) Ammonia nitrogen (mg/dL)	14.66[a]	13.75[a]	11.33[b]	12.24[b]	0.47	0.024
کل اسیدهای چرب فرار (میلی مول در لیتر) Volatile fatty acids (mmol/L)	82.45[b]	83.22[b]	86.90[a]	78.60[a]	1.22	0.016
اسیدهای چرب فرار (درصد از کل VFA) Volatile fatty acids (% of total VFA)						
اسید استیک Acetic acid	54.33	55.24	56.99	57.11	1.02	0.463
اسید پروپیونیک Propionic acid	16.64	17.23	18.04	18.33	0.65	0.519
اسید بوتیریک Butyric acid	9.68	9.09	1.24	10.33	1.21	0.789
اسید والریک Valeric acid	1.16	1.19	1.09	1.24	0.08	0.659
اسید ایزووالریک Isovaleric acid	0.65	0.47	0.55	0.60	0.13	0.325
جمعیت کل باکتری‌ها (۱۰^۹×تعداد در هر میلی‌لیتر مایع شکمبه) Total population of bacteria (number per milliliter of rumen fluid×10^9)	5.33[b]	5.52[b]	6.03[a]	5.86[a]	0.11	0.024
جمعیت پروتوزوآها (۱۰^۴×تعداد در هر میلی‌لیتر مایع شکمبه) Protozoa population (number per milliliter of rumen fluid×10^4)	3.50[b]	4.24[a]	4.62[a]	4.55[a]	0.14	0.010

[۱]تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- گروه شاهد (فاقد میوه بلوط + PEG)، ۲- تیمار حاوی ۱۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده با هیدروکسید سدیم + اوره، ۳- تیمار حاوی ۲۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده با هیدروکسید سدیم + اوره و ۴- تیمار حاوی ۴۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده با هیدروکسید سدیم + اوره بودند.

میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشترک دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۵).

[1]Experimental treatments include: 1- control group (no oak fruit + PEG), 2- treatment containing 10% oak fruit processed with sodium hydroxide + urea, 3- treatment containing 20% oak fruit processed with sodium hydroxide + urea and 4 - The treatment contained 40% oak fruit processed with sodium hydroxide + urea.

Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

در یک تحقیـق، بیشـترین غلظـت اسـید اسـتیک مـایع شـکمبه بزغاله‌های پرواری مربوط به جیره حاوی ۴۲ درصد مغز میـوه بلـوط و کمترین غلظت مربوط بـه گـروه شـاهد بـود. امّا غلظـت اسـیدهای پروپیونیـک، بوتیریـک، والریـک، ایزووالریـک، نسـبت اسـتیک بـه پروپیونیک و کل اسیدهای چرب فرار تحت تأثیر تیمارهای آزمایشـی قـرار نگرفـت (Hoseinpour-Mohammadabadi and Chaji, 2019). در برخی مطالعات، میزان pH و غلظـت نیتـــروژن آمونیـاکی مایع شکمبه گوسفند نژاد عربی با افزایش سطح بلوط در جیره به‌طـور خطی کاهش یافت (Harsini *et al.*, 2013). کاهش تجزیه‌پـــذیری پـروتئین در شکمبه به‌دلیل باند شدن تانن بـا پـــروتئین خـــوراک در شـــرایط خنثـــی شـکمبه و همچنـین کـاهش رشـد بـاکتری‌هـــای پروتئولیتیـک باعث کاهش تولیـد نیتـروژن آمونیـاکی در شـــکمبه و افـــزایش نیتـــروژن آمونیـــاکی وارد شـــده بـــه دوازدهـــه مـــی‌شـــود (Waghorn *et al.*, 1994). کـاهش غلظـت نیتـروژن آمونیـاکی در

شاهد و افزایش آن پس از تانن‌زدایی با هیدوکسید سدیم و اوره در آزمایش حاضر، می‌تواند به‌دلیل وجود تانن و ترکیبات پلی‌فنلی در این مواد خوراکی باشد. تانن‌ها با اتصال به پروتئین و کاهش نرخ تجزیه‌پذیری پروتئین سبب کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی می‌شوند (Naumann *et al*., 2017)، در نتیجه، تانن‌زدایی توسط باکتری‌های استفاده شده در آزمایش حاضر منجر به رفع این مانع می‌شود. همچنین، تانن موجود در خوراک ممکن است با کاهش جمعیت پروتوزوآیی نیز باعث ممانعت از تجزیه پروتئین میکروبی توسط پروتوزوآها شده باشد (Sharifi *et al*., 2019). تانن‌ها از طریق مهار آنزیم دآمیناز میکروبی و مهار فعالیت آنزیم اوره‌آز نیز می‌توانند سبب کاهش آزادسازی مقدار آمونیاک شکمبه شوند (Makkar *et al*., 1988). علت افزایش اسیدهای چرب فرار شکمبه در تحقیق حاضر را احتمالاً می‌توان به افزایش فعالیت باکتری‌های شکمبه به‌سبب کاهش سطح تانن موجود در میوه بلوط در اثر فرآوری ارتباط داد (Ghasemi et al., 2012).

از مهم‌ترین دلایلی که می‌تواند افزایش جمعیت باکتریایی را توجیه کند، می‌توان به نقش بازدارندگی تانن بر جمعیت پروتوزوآ اشاره نمود که در نتیجه، به‌دلیل کاهش شکار باکتری‌ها توسط پروتوزوآها جمعیت آن‌ها افزایش می‌یابد (Lu and Jorgensen, 1987). افزودن هیدروکسید سدیم + اروه به میوه بلوط به‌عنوان باندکننده تانن سبب افزایش تعداد پروتوزوآ شد (Yanez Ruizet *et al*., 2010). افزودن پلی اتیلن گلیکول به جیره حاوی مواد تانن‌دار باعث افزایش جمعیت پروتوزوآ و غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه شده است (Abarghuei *et al*., 2010).

نتایج خصوصیات ریخت‌شناسی پرزهای شکمبه بره‌های پرواری در جدول ۴ نشان داد که تفاوت معنی‌داری در صفات مورد مطالعه بین تیمارهای آزمایشی وجود نداشت. در یک مطالعه بیان شد که تیمارهای آزمایشی حاوی سطوح ۸، ۱۷ و ۲۵ درصد میوه بلوط در جیره بزغاله‌های نر مرخز اثر معنی‌داری بر مورفولوژی شکمبه (ارتفاع پرز، سطح پرز و تراکم پرز، و ضخامت دیواره شکمبه) نداشت (Azizi *et al*., 2016).

جدول ٤- اثر سطوح مختلف میوه بلوط فرآوری شده با هیدروکسید سدیم + اوره روی خصوصیات ریخت‌شناسی پرزهای شکمبه بره‌های پرواری

Table 4- The effect of different levels of oak fruit processed with sodium hydroxide + urea on the morphological characteristics of the rumen villi of fattening lambs

فراسنجه‌ها Parameters	تیمارهای آزمایشی[1] Experimental treatments[1]				خطای استاندارد میانگین SEM	احتمال معنی‌داری P-value
	1	2	3	4		
وزن شکمبه-نگاری (کیلوگرم) Rumen-reticulum weight (kg)	1.75	1.80	1.87	1.89	0.24	0.368
حجم شکمبه- نگاری (لیتر) Rumen-reticulum volume (liter)	7.34	8.12	8.09	8.23	0.94	0.745
ضخامت دیواره شکمبه (میلی‌متر) Ruminal wall thickness (mm)	1.78	1.80	1.96	1.87	0.12	0.486
ارتفاع پرزهای شکمبه (میلی‌متر) Height of rumen villi (mm)	3.86	4.16	4.65	4.17	0.17	0.136
عرض پرزهای شکمبه (میلی‌متر) Width of rumen villi (mm)	2.29	2.36	2.60	2.07	0.11	0.469
تراکم پرزها (تعداد در سانتی‌متر مربع) Density of villi (number per cm^2)	89.14	93.13	94.25	94.84	2.49	0.216

[1]تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- گروه شاهد (فاقد میوه بلوط + PEG)، ۲- تیمار حاوی ۱۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده با هیدروکسید سدیم + اوره، ۳- تیمار حاوی ۲۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده با هیدروکسید سدیم + اوره و ۴- تیمار حاوی ۴۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده با هیدروکسید سدیم + اوره بودند.

[1]Experimental treatments include: 1- control group (no oak fruit + PEG), 2- treatment containing 10% oak fruit processed with sodium hydroxide + urea, 3- treatment containing 20% oak fruit processed with sodium hydroxide + urea and 4 - The treatment contained 40% oak fruit processed with sodium hydroxide + urea.

فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام:

نتایج فراسنجه‌های تجزیه‌پـذیری در جـدول ۵ نشـان داد کـه در فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک، بخش‌های سریع‌تجزیه، ثابت نرخ تجزیه و تجزیه‌پذیری مؤثر با سـرعت‌هـای عبـور مختلـف دارای تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی بود (P<۰/۰۵).

جدول ۵- اثر سطوح مختلف میوه بلوط فرآوری شده با هیدروکسید سدیم + اوره روی فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام (درصد)

Table 5- Effect of different levels of oak fruit processed with sodium hydroxide+urea on ruminal degradability parameters of dry matter and crude protein (%)

فراسنجه‌ها Parameters	تیمارهای آزمایشی[1] Experimental treatments[1] 1	 2	 3	 4	خطای استاندارد میانگین SEM	احتمال معنی‌داری P-value
فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک Degradability parameters of dry matter						
بخش سریع تجزیه (a) (درصد) Rapidly degraded fraction (a) (%)	33.02[a]	31.66[a]	29.22[b]	28.24[b]	0.68	0.021
بخش کند تجزیه (b) (درصد) Slowly degraded fraction (b) (%)	51.06	52.55	58.04	57.33	2.09	0.521
بخش بالقوه قابل تجزیه (a+b) Potentially degradable fraction (a+b)	84.06	84.21	87.26	85.57	1.75	0.350
ثابت نرخ تجزیه (c) (درصد در ساعت) Constant rate of degradation (c) (%/h)	0.028[a]	0.026[a]	0.020[b]	0.019[b]	0.002	0.001
تجزیه‌پذیری مؤثر با سرعت‌های عبور مختلف (درصد درساعت) Effective degradability with different passage rate (%/h)						
0.02	63.55[b]	65.23[ab]	65.45[ab]	66.72[a]	0.39	0.002
0.05	46.65[b]	48.45[a]	49.23[a]	50.05[a]	0.41	0.002
0.08	40.30[b]	42.55[a]	43.38[a]	44.01[a]	0.40	0.012
فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری پروتئین خام Degradability parameters of crude protein						
بخش سریع تجزیه (a) (درصد) Rapidly degraded fraction (a) (%)	31.33[a]	31.01[a]	28.45[b]	27.60[b]	0.59	0.012
بخش کند تجزیه (b) (درصد) Slowly degraded fraction (b) (%)	58.45	59.36	61.17	60.24	2.13	0.231
بخش بالقوه قابل تجزیه (a+b) Potentially degradable fraction (a+b)	86.05	87.81	92.18	91.57	2.05	0.063
ثابت نرخ تجزیه (c) (درصد در ساعت) Constant rate of degradation (c) (%/h)	0.026[a]	0.019[b]	0.016[b]	0.017[b]	0.002	0.002
تجزیه‌پذیری مؤثر با سرعت‌های عبور مختلف (درصد درساعت) Effective degradability with different passage rate (%/h)						
0.02	58.23[b]	59.12[b]	62.66[a]	62.33[a]	0.43	0.014
0.05	40.24[b]	41.46[b]	44.33[a]	45.60[a]	0.45	0.010
0.08	35.23[b]	36.32[b]	38.11[a]	38.33[a]	0.44	0.002

[1] تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- گروه شاهد (فاقد میوه بلوط + PEG)، ۲- تیمار حاوی ۱۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده با هیدروکسید سدیم + اوره، ۳- تیمار حاوی ۲۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده با هیدروکسید سدیم + اوره و ۴- تیمار حاوی ۴۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده با هیدروکسید سدیم + اوره بودند.

میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشترک دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۵).

[1]Experimental treatments include: 1- control group (no oak fruit + PEG), 2- treatment containing 10% oak fruit processed with sodium hydroxide + urea, 3- treatment containing 20% oak fruit processed with sodium hydroxide + urea and 4 - The treatment contained 40% oak fruit processed with sodium hydroxide + urea.

Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

گروه شاهد و تیمار ۴۰ درصد میوه بلوط فرآوری شـده بـه‌ترتیـب دارای بالاترین و پایین‌ترین مقدار بخش سریع تجزیه بودند. ثابت نرخ

تجزیه‌پذیری در گروه شاهد دارای بالاترین و تیمار ۴۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده دارای پایین‌ترین مقدار بود. در بخش تجزیه‌پذیری مؤثر در ساعت‌های مختلف، تیمار ۴۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده دارای بالاترین مقدار و گروه شاهد دارای پایین‌ترین مقدار بود. در فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری پروتئین خام، بخش‌های سریع تجزیه و ثابت نرخ تجزیه دارای تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی بود (P<۰/۰۵). گروه شاهد دارای بالاترین مقدار بخش سریع تجزیه و تیمار ۴۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده دارای پایین‌ترین مقدار بود. در نرخ ثابت تجزیه، گروه شاهد و تیمار ۲۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده به‌ترتیب دارای بالاترین و پایین‌ترین مقدار بودند. در بخش تجزیه‌پذیری مؤثر در نرخ عبور ۰/۰۵ و ۰/۰۸، تیمار ۴۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده دارای بالاترین مقدار و گروه شاهد دارای پایین‌ترین مقدار و در نرخ عبور ۰/۰۲، تیمار ۲۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده دارای بالاترین مقدار و گروه شاهد دارای پایین‌ترین مقدار بودند. افزایش فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری با افزایش سطح بلوط فرآوری شده در تحقیق حاضر می‌تواند مربوط به کاهش عوامل ضد تغذیه‌ای بلوط در اثر کاهش ایجاد کمپلکس بین تانن و کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و پلی‌ساکاریدها و نیز آنزیم‌های هضم‌کننده پروتئین و مواد معدنی باشد (Dentinho *et al*., 2007).

محققین نشان دادند که بخش کندتجزیه، پتانسیل تجزیه‌پذیری و تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک و پروتئین خام در تیمار حاوی ۳۱/۵۸ درصد مغز بلوط در گاو و گاومیش نسبت به گروه شاهد بالاتر بود (Rahmatimoghadam *et al*., 2016). شاید یکی از دلایل افزایش فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری بالا بودن کربوهیدرات‌های محلول و پروتئین و همزمانی بین آن‌ها در شکمبه باشد. با افزایش میزان پروتئین در گونه‌های گیاهی تجزیه‌پذیری بالقوه ماده خشک هم افزایش می‌یابد (Sallamab *et al*., 2010). امّا کاهش فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری در شاهد می‌تواند به وجود عوامل ضدتغذیه‌ای مثل تانن بلوط مرتبط باشد (Frutos *et al*., 2004). تانن‌ها نیز با ایجاد اتصالات عرضی با پروتئین‌ها از تجزیه سریع پروتئین‌ها در شکمبه جلوگیری می‌کنند (Makkar, 2003). در یک مطالعه گزارش شد که میزان تجزیه‌پذیری، تجزیه‌پذیری مؤثر و پروتئین قابل متابولیسم به‌صورت معنی‌داری در اثر فرآوری علوفه اسپرس به‌روش سدیم هیدروکسید برای کاهش تانن، افزایش یافت (Khalilvand-Behrouziar *et al*., 2010). در تحقیقی، تانن زدایی به‌روش پلی‌اتیلن گلیکول سبب افزایش معنی‌دار تجزیه‌پذیری ماده خشک نسبت به گروه شاهد شد (Bakshizadeh *et al*., 2013). نشان داده شد که پلی‌اتیلن گلیکول باعث افزایش بخش محلول نسبت به شاهد شده است. نرخ ثابت تجزیه‌پذیری ماده خشک به‌واسطه افزودن پلی‌اتیلن گلیکول افزایش یافت (Mahdavi *et al*., 2008). افزایش نرخ ثابت تجزیه‌پذیری ماده خشک به‌واسطه افزودن هیدروکسید سدیم در تحقیق حاضر، احتمالاً به‌دلیل آزاد شدن باندهای تشکیل شده تانن با کربوهیدرات‌ها و سایر مواد مغذی توسط هیدروکسید سدیم و به تبع آن باعث سهولت دسترسی میکروارگانیسم‌های شکمبه به کربوهیدرات‌ها گردیده است (Alipour and Rouzbehan, 2007).

فراسنجه‌های آزمون تولید گاز:

نتایج فراسنجه‌های تولید گاز در جدول ۶ نشان داد که در پتانسل تولید گاز، اسیدهای کوتاه زنجیر، قابلیت هضم مواد آلی و انرژی قابل متابولیسم تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت (P<۰/۰۵). در بخش پتانسل تولید گاز بیشترین و کمترین مقدار به‌ترتیب در تیمار ۱۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده و تیمار ۲۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده، در بخش اسیدهای کوتاه زنجیر، قابلیت هضم مواد آلی و انرژی قابل متابولیسم بیشترین و کمترین مقدار به‌ترتیب در تیمار ۴۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده و گروه شاهد مشاهده شد.

در یک پژوهش، تیمارهای حاوی پلی‌اتیلن گلیکول دارای تولید گاز بیشتری نسبت به شاهد بودند که این روند تا ساعات آخر انکوباسیون ادامه داشت. همچنین تیمارهای حاوی پلی‌اتیلن گلیکول از لحاظ مقادیر انرژی متابولیسم و قابلیت هضم ماده آلی دارای تفاوت معنی‌دار با شاهد بودند (Bakshizadeh *et al*., 2013). با توجه به اینکه مهم‌ترین خاصیت تانن‌ها قابلیت آن‌ها در ترکیب با پروتئین‌ها است، موجب بازدارندگی عمل آنزیم‌ها شده و از طریق کاهش تجزیه‌پذیری کربوهیدرات‌ها، تولید گاز را در شکمبه حیوان کاهش می‌دهند (Makkar and Singh, 1993). در نتیجه، به‌کمک روش‌های فرآوری می‌توان مقدار تولید گاز را افزایش داد که در تحقیق حاضر چنین نتایجی به‌کمک فرآوری با هیدروکسید سدیم و اوره حاصل شد. نتایج مطالعات نشان داد که تانن‌های موجود در مواد خوراکی سبب کاهش تولید گاز (Lu and Foo, 1999) و کاهش تجزیه‌پذیری پروتئین خام در شکمبه و نیز کاهش غلظت آمونیاک مایع شکمبه شدند که این امر به‌دلیل مهار آنزیم‌های پروتئولیتیک (تریپسین) در شکمبه می‌باشد (Jones *et al*., 2000). در نتیجه، فرآوری مواد خوراکی حاوی تانن به‌عنوان یک پلیمر غیرسنتتیک، تمایل بالایی برای تشکیل باند با تانن داشته و پروتئین‌ها را از کمپلکس تانن–پروتئین خارج می‌کند (Makkar, 2004).

جدول ٦- اثر سطوح مختلف میوه بلوط فرآوری شده با هیدروکسید سدیم + اوره روی فراسنجه‌های تولید گاز (میلی‌لیتر در ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک)

Table 6- Effect of different levels of oak fruit processed with sodium hydroxide + urea on gas production parameters (ml in 200 mg of dry matter)

فراسنجه‌ها Parameters	تیمارهای آزمایشی[۱] Experimental treatments[1]				خطای استاندارد میانگین SEM	احتمال معنی‌داری P-value
	1	2	3	4		
پتانسیل تولید گاز (میلی‌لیتر) Gas production potential (ml)	69.33[b]	65.16[b]	74.24[a]	73.11[a]	1.45	0.024
نرخ تولیدگاز (میلی‌لیتر/ساعت) Gas production rate (ml/hour)	0.041	0.038	0.042	0.040	0.003	0.375
اسیدهای کوتاه زنجیر (میلی‌مول) Short chain acids (mmol)	1.16[b]	1.20[ab]	1.26[a]	1.28[a]	0.008	0.023
قابلیت هضم مواد آلی (درصد) Digestibility of organic matter (%)	74.25[b]	74.05[ab]	79.04[a]	78.33[a]	0.24	0.010
انرژی قابل متابولیسم (مگاژول/کیلوگرم ماده خشک) Metabolizable energy (MJ/kg of dry matter)	8.23[b]	9.16[ab]	9.33[ab]	10.04[a]	0.07	0.010

[۱]تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- گروه شاهد (فاقد میوه بلوط + PEG)، ۲- تیمار حاوی ۱۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده با هیدروکسید سدیم + اوره، ۳- تیمار حاوی ۲۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده با هیدروکسید سدیم + اوره و ۴- تیمار حاوی ۴۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده با هیدروکسید سدیم + اوره بودند.

میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشترک دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۵).

[1]Experimental treatments include: 1- control group (no oak fruit + PEG), 2- treatment containing 10% oak fruit processed with sodium hydroxide + urea, 3- treatment containing 20% oak fruit processed with sodium hydroxide + urea and 4 - The treatment contained 40% oak fruit processed with sodium hydroxide + urea.

Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

افزایش قابلیت هضم و انرژی قابل متابولیسم در اثر به‌کارگیری روش‌های تانن‌زدایی به خوراک‌های حاوی تانن، توسط چندین محقق گزارش شده است (Madibela *et al*., Khazaal *et al*., 1994 ; 2006). تانن‌زدایی تفاله انگور به‌روش پلی‌اتیلن گلیکول باعث افزایش تولید گاز متان و اسید چرب زنجیره کوتاه شد (Safaei *et al*., 2014). در یک تحقیق، افزودن پلی‌اتیلن گلیگول به حبوبات علوفه‌ای حاوی تانن به‌طور معنی‌داری مقادیر تولید گاز و اسید چرب کوتاه زنجیره را افزایش داد (Getachew *et al*., 2000). در خصوص تأثیر اوره بر ترکیبات فنولی عنوان می‌شود که اوره در شرایط بی‌هوازی به آمونیاک تبدیل می‌شود و در این محیط قلیایی علاوه‌بر بهبود قابلیت هضم دیواره سلولی به‌دلیل شکستن اتصالات لیگنین با کربوهیدرات‌ها، اکسید شدن فنل‌ها و در نتیجه کاهش سطح تانن اتفاق می‌افتد (Salem *et al*., 2005). یکی دیگر از دلایل احتمالی افزایش گاز تولیدی در عمل‌آوری میوه بلوط با هیدروکسید سدیم و اوره می‌تواند تأثیر کمتر تانن‌ها باشد (Makkar, 2010). بر این اساس، تولید گاز بیشتر در اثر عمل‌آوری میوه بلوط می‌تواند به‌دلیل افزایش قابلیت دسترسی میکروارگانیسم‌های شکمبه به مواد مغذی به‌خصوص نیتروژن باشد (Theodoridou *et al*., 2011). در آزمایشی، نشان داده شد که افزودن پلی‌اتیلن‌گلیکول روی پسماندهای پسته به‌صورت تازه و خشک، باعث افزایش قابلیت هضم ماده خشک، قابلیت هضم ماده آلی و انرژی قابل متابولیسم می‌شود (Bagheripour *et al*., 2008).

دفع مشتقات پورینی و تولید پروتئین میکروبی:

نتایج دفع مشتقات پورینی و تولید پروتئین میکروبی در جدول ۷ نشان داد که در مقادیر آلانتوئین دفعی، گزانتین + هیپوگزانتین، مشتقات پورینی دفع شده، مشتقات پورینی جذب شده و پروتئین میکروبی تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت (P<۰/۰۵). نتایج نشان داد، با افزایش سطح میوه بلوط فرآوری شده تا سطح ۴۰ درصد، مقادیر مورد اشاره به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد افزایش یافت.

یکی از دلایل احتمالی افزایش تولید پروتئین میکروبی در تحقیق حاضر را می‌توان با افزایش مصرف خوراک و در نتیجه، سنتز بیشتر پروتئین میکروبی به‌واسطه کاهش اثرات تانن با روش فرآوری هیدروکسید سدیم نسبت داد (Dentinho *et al*., 2007). با افزایش مصرف خوراک، رشد و تکثیر میکروارگانیسم‌ها شکمبه به‌دلیل در دسترس قرارگرفتن انرژی برای میکروارگانیسم‌ها افزایش یافته که سبب افزایش تولید پروتئین میکروبی و در نتیجه، سبب افزایش تولید

آلانتوئین می‌شود (Taheri *et al*., 2018).

جدول ۷- اثر سطوح مختلف میوه بلوط فرآوری شده با هیدروکسید سدیم + اوره روی دفع مشتقات پورینی ادرار و ساخت پروتئین میکروبی

Table 7- Effect of different levels of oak fruit processed with sodium hydroxide + urea on urinary purine derivatives excretion and microbial protein production

فراسنجه‌ها Parameters	تیمارهای آزمایشی[1] Experimental treatments[1]				خطای استاندارد میانگین SEM	احتمال معنی‌داری P-value
	1	2	3	4		
آلانتوئین دفعی (میلی‌مول در روز) Allantoin excretion (mmol / day)	12.95^{b}	15.57^{a}	15.66^{a}	16.76^{a}	0.76	0.001
اسید اوریک (میلی‌مول در روز) Uric acid (mmol / day)	2.09	2.16	2.21	2.44	0.16	0.121
گزانتین + هیپوگزانتین (گرم در روز) Xanthine + hypoxanthine (g / day)	1.44^{b}	2.06^{a}	2.24^{a}	2.37^{a}	0.14	0.011
مشتقات پورینی دفع شده (میلی‌مول در روز) Excreted purine derivatives (mmol / day)	16.37^{b}	20.24^{b}	26.12^{a}	28.66^{a}	1.53	0.002
مشتقات پورینی جذب شده (میلی‌مول در روز) Absorbed purine derivatives (mmol / day)	19.56^{b}	25.24^{a}	27.95^{a}	28.06^{a}	1.47	0.001
پروتئین میکروبی (گرم در روز) Microbial protein (g / day)	74.57^{b}	80.46^{b}	96.19^{a}	117.06^{a}	5.19	0.013

[1]تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- گروه شاهد (فاقد میوه بلوط + PEG)، ۲- تیمار حاوی ۱۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده با هیدروکسید سدیم + اوره، ۳- تیمار حاوی ۲۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده با هیدروکسید سدیم + اوره و ۴- تیمار حاوی ۴۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده با هیدروکسید سدیم + اوره بودند.

میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشترک دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۵).

[1]Experimental treatments include: 1- control group (no oak fruit + PEG), 2- treatment containing 10% oak fruit processed with sodium hydroxide + urea, 3- treatment containing 20% oak fruit processed with sodium hydroxide + urea and 4 - The treatment contained 40% oak fruit processed with sodium hydroxide + urea.

Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

اسپرس عمل‌آوری شده با آب و اوره دارای پتانسیل تولید گاز و نرخ تولید گاز بالاتری به‌جهت کاهش سطح تانن بود (Yarahmadi *et al*., 2017). پتانسیل تولید گاز بیشتر در میوه بلوط عمل‌آوری شده در تحقیق حاضر ممکن است مربوط به تانن باشد که در عمل‌آوری با هیدروکسید سدیم و اوره تانن‌زدایی شده و در نتیجه، تولید گاز در اثر رفع ممانعت برای دسترسی میکروارگانیسم‌ها به ماده خوراکی و مزاحمت تانن برای آنزیم‌های میکروبی یا باند کردن خود میکروارگانیسم‌ها برداشته شده است (Salem *et al*., 2005). افزایش سطح بلوط باعث کاهش تولید گاز کل، متان، قابلیت هضم مواد آلی و انرژی قابل متابولیسم شد (Rajkumar *et al*., 2015). در یک مطالعه، عصاره تانن بلوط سبب کاهش دفع نیتروژن ادرار در گاوهای شیری شد (Focant *et al*., 2019).

نتیجه‌گیری کلی

نتیجه تحقیق حاضر نشان داد که افزایش غلظت اسیدهای چرب فرار، تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام و نیز افزایش دفع مشتقات پورینی و تولید پروتئین میکروبی با مصرف ۴۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده مشاهده شد. جمعیت باکتری‌ها و پروتوزوآ نیز در تیمار ۲۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده دارای بیشترین مقدار بود. در کل، با توجه به نتایج این آزمایش، استفاده از سطح ۴۰ درصد میوه بلوط فرآوری شده با روش هیدروکسید سدیم و اوره در تغذیه بره‌های پرواری قابل توصیه است.

References

1. Abarghuei, M. J., Rouzbehan, Y., & Alipour, D. (2010). The influence of the grape pomace on the ruminal parameters of sheep. *Livestock Science*, 132(1-3), 73-79. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.05.002.
2. Alipour, D., & Rouzbehan, Y. (2007). Effects of ensiling grape pomace and addition of polyethylene glycol on *in vitro* gas production and microbial biomass yield. *Animal Feed Science and Technology*, 137(1-2), 138-149. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.09.020.

3. Amiri, M., Dargahi, D., Habashi, H., & Mohammadi, J. (2008). The effects of physiographic factors on natural regeneration of *Quercus castaneifolia* in Lowe forests, Gorgan. *Pajoohesh and Sazandegi*, 16(4), 116-123 (In Persian).
4. AOAC. (2003). Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th edition. 2nd revision. Gaithersburg, MD, USA, Association of Analytical Communities.
5. Azizi, O., Salavati, A., & Vaziry, A. (2016). The effects of different levels of Oak acorn on rumen and small intestine morphology and gastrointestinal pH of Markhoz goat kids. *Animal Science Research Journal*, *26*(3), 179-190 (In Persian).
6. Bakshizadeh, S., Taghizadeh, A., Janmohammadi, H., & Alijani, P. (2013). The effect of polyethylene glycol on the digestive parameters of pistachio skin using a laboratory method, *Animal and Poultry Research Journal*, *2*(1), 11-20 (In Persian).
7. Bagheripour, E., Rouzbehan, Y., & Alipour, D. (2008). Effects of ensiling, air-drying and addition of polyethylene glycol on *in vitro* gas production of pistachio by-products. *Animal Feed Science and Technology*, *146*(3-4), 327-336. https://doi.org/10.1016/J.ANIFEEDSCI.2008.01.002.
8. Bouderoua, K., Mourot, J., & Selselet-Attou, G. (2009). The effect of green oak acorn (*Quercus ilex*) based diet on growth performance and meat fatty acid composition of broilers. Asian-Australasian *Journal of Animal Sciences*, *22*(6), 843-848. https://doi.org/10.5713/ajas.2009.80571.
9. Broderick, G. A., & Kang, J. H. (1980). Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media. *Journal of Dairy Science*, *63*(1), 64-75. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)82888-8.
10. Chen, X. B., & Gomes, M. J. (1992). Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives: An overview of the technical details. International Feed Resources Unit, Rowett Research Institute, Bucksburn, Aberdeen AB2 9SB, UK. (1992) pp. 19.
11. Conway, E. J. (1950). Microdiffusion. Analysis and Volumetric Error. (2nd Ed.). Crosby Lockwood and Son, London. https://doi.org/10.1038/161583a0.
12. Dehority, B. A. (2003). Rumen Microbiology. London, UK. Nottingham University.
13. Dentinho, M. T. P., Moreira, O. C., Pereira, M. S., & Bessa, R. J. B. (2007). The use of a tannin crude extract from *Cistus ladanifer* L. to protect soya-bean protein from degradation in the rumen. *Animal*, *1*(5), 645-650. https://doi.org/10.1017/S1751731107689745.
14. Duncan, D. B. (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 1, 1-42.
15. Fagundes, G. M., Modesto, E. C., Fonseca, C. E. M., Lima, H. R. P., & Muir, J. P. (2014). Intake, digestibility and milk yield in goats fed *Flemingia macrophylla* with or without polyethylene glycol. *Small Ruminant Research*, *116*(2-3), 88-93. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.10.018.
16. Focant, M., Froidmont, E., Archambeau, Q., Van, Q. D., & Larondelle, Y. (2019). The effect of oak tannin (*Quercus robur*) and hops (*Humulus lupulus*) on dietary nitrogen efficiency, methane emission, and milk fatty acid composition of dairy cows fed a low-protein diet including linseed. *Journal of Dairy Science*, *102*(2), 1144-1159. https://doi.org/10.3168/jds.2018-15479.
17. Frutos, P., Hervas, G., Giráldez, F. J., & Mantecón, A. R. (2004). Tannins and ruminant nutrition. *Spanish Journal of Agricultural Research*, *2*(2), 191-202. https://doi.org/10.5424/sjar/2004022-73.
18. Getachew, G., Makkar, H. P. S., & Becker, K. (2000). Effect of polyethylene glycol on *in vitro* degradability ofnitrogen and microbial protein synthesis fromtannin-rich browse and herbaceous legumes. *British Journal of Nutrition*, *84*(1), 73-83. https://doi.org/10.1017/S0007114500001252.
19. Ghaderi, M., Sadeghi Mahoonak, A., Alami, M., Khomeiri, M., & Rezaei, R. (2011). Evaluation of antiradical and antimicrobial activity of methanolic extract of two acorn varieties and detection of phenolic compound with high performance liquid chromatography. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, *7*(3), 180-190 (In Persian). https://doi.org/10.22067/ifstrj.v7i3.10124.
20. Ghasemi, S., Naserian, A. A., Valizadeh, R., Vakili, A. R., Behgar, M., Tahmasebi, A. M., & Ghovvati, S. (2012). Partial and total substitution of alfalfa hay by pistachio byproduct modulated the counts of selected cellulolytic ruminal bacteria attached to alfalfa hay in sheep. *Livestock Science*, *150*(1-3), 342-348. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.09.024.
21. Guimarães-Beelen, P. M., Berchielli, T. T., Beelen, R., & Medeiros, A. N. (2006). Influence of condensed tannins from Brazilian semi-arid legumes on ruminal degradability, microbial colonization and ruminal enzymatic activity in Saanen goats. *Small Ruminant Research*, *61*(1), 35-44. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.01.007.
22. Greenwood, R. H., Morrill, J. L., Titgemeyer, E. C., & Kennedy, G. A. (1997). A new method of measuring diet abrasion and its effect on the development of the forestomach. *Journal of Dairy Science*, *80*(10), 2534-2541. https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(97)76207-6.
23. Harsini, M., Bojarpour, M., Eslami, M., Chaji, M., & Mohammadabadi, T. (2013). The effect of oak kernel on digestibility and fermentative characteristics in Arabian sheep. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *5*(2), 127-135 (In Persian). https://doi.org/10.22067/ijasr.v5i2.28290.
24. Hoseinpour-Mohammadabadi, H., & Chaji, M. (2019). Effect of oak kernel on digestibility, growth performance, protozoa population and ruminal and blood parameters of fattening goat kids. *Iranian Veterinary Journal*, *15*(2),

38-49 (In Persian). https://doi.org/10.22055/IVJ.2018.110835.1998.
25. Jones, R. J., Meyer, J. H. F., Bechaz, M., & Stoltz, M. A. (2000). An approach to screening potential pasture species for condensed tannin activity. *Animal Feed Science and Technology*, *85*(3-4), 269-277. https://doi.org/10.1016/S0377-8401(00)00144-9.
26. Khazaal, K., Boza, J., & Ørskov, E. R. (1994). Assessment of phenolics-related antinutritive effects in Mediterranean browse: A comparison between the use of the *in vitro* gas production technique with or without insoluble polyvinylpolypyrrolidone or nylon bag. *Animal Feed Science and Technology*, *49*(1-2), 133-149. https://doi.org/10.1016/0377-8401(94)90087-6.
27. Khalilvand-Behrouziar, H., Dehghan Benadaki, M., & Rezaizdi, K. (2010). The effect of reducing phenolic compounds using different processes on the chemical composition and classification of crude protein of Spurs fodder using the nylon bag method, CNCPS and AFRC, *Iranian Animal Sciences (Iranian Agricultural Sciences)*, *14*(3), 391-403 (In Persian).
28. Kozloski, G. V., Härter, C. J., Hentz, F., de Ávila, S. C., Orlandi, T., & Stefanello, C. M. (2012). Intake, digestibility and nutrients supply to wethers fed ryegrass and intraruminally infused with levels of Acacia mearnsii tannin extract. *Small Ruminant Research*, *106*(2-3), 125-130. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.06.005.
29. Lu, C. D., & Jorgensen, N. A. (1987). Alfalfa saponins affect site and extent of nutrient digestion in ruminants. *The Journal of Nutrition*, *117*(5), 919-927. https://doi.org/10.1093/jn/117.5.919.
30. Lu, Y., & Foo, L. Y. (1999). The polyphenol constituents of grape pomace. *Food chemistry*, *65*(1), 1-8.https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00245-3.
31. Madibela, O. R., Seitshiro, O., & Mochankana, M. E. (2006). Deactivation effects of polyethylene glycol (PEG) on *in vitro* dry matter digestibility *of Colophospermum mopane* (Mophane) and Acacia browse trees in Botswana. *Pakistan Journal of Nutrition*, *5*(4), 343-347. https://doi.org/10.3923/pjn.2006.343.347.
32. Makkar, H. P. (2010). *In vitro* screening of feed resources for efficiency of microbial protein synthesis. *In vitro* screening of plant resources for extra-nutritional attributes in ruminants .*Nuclear and Related Methodologies*, 7, 107-144. https://doi.org/ 10.1007/978-90-481-3297-3_7.
33. Makkar, H. P. (2004). Method for evaluation of nutritional quality of feed resources. *Assessing Quality and Safety of Animal Feeds*, (160), 55.
34. Makkar, H. P. S. (2003). Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Ruminant Research*, *49*(3), 241-256. https://doi.org/10.1016/S0921-4488(03)00142-1.
35. Makkar, H. P. S., & Singh, B. (1993). Effect of storage and urea addition on detannification and in Sacco dry matter digestibility of mature oak (*Quercus incana*) leaves. *Animal Feed Science and Technology*, 41(3), 247-259. https://doi.org/10.1016/0377-8401(93)90017-E.
36. Makkar, H. P., Singh, B., & Dawra, R. K. (1988). Effect of tannin-rich leaves of oak (*Quercus incana*) on various microbial enzyme activities of the bovine rumen. *British journal of Nutrition*, *60*(2), 287-296. https://doi.org/10.1079/bjn19880100.
37. Mahdavi, A., Zaghari, M., Zahedifar, M., Nikkhah, A., & Aghashahi, A. R. (2008). Determining the nutritional value and investigating the possibility of using different levels of dried pistachio shells on fattening performance of Iranian Afshari lambs. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, *15*(5), 139-146 (In Persian).
38. Menke, H. H., & Steingass, H. (1988) Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development*, 28, 7-55.
39. Mekki, I., Smeti, S., Hajji, H., Yagoubi, Y., Mahouachi, M., & Atti, N. (2019). Effect of oak acorn (*Quercus ilex*) intake during suckling and fattening of Barbarine lambs on growth, meat quality and fatty acid profile. *Journal of Animal and Feed Sciences*, *28*, 22-30. https://doi.org/10.22358/jafs/102757/2019.
40. Mekki, I., Smeti, S., Hajji, H., Mahouachi, M., & Atti, N. (2022). Effects of green oak acorn (*Quercus ilex*) intake on nutrient digestibility, lamb growth, and carcass and non-carcass characteristics. *Archives Animal Breeding*, *65*(1), 113-120. https://doi.org/10.5194/aab-65-113-2022.
41. Naumann, H. D., Tedeschi, L. O., Zeller, W. E., & Huntley, N. F. (2017). The role of condensed tannins in ruminant animal production: advances, limitations and future directions. *Revista Brasileira de Zootecnia*, *46*, 929-949. https://doi.org/10.1590/S1806-92902017001200009.
42. NRC. (2007). Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids, and New World camelids: Washington, DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/11654.
43. Ottenstein, D. M., & Bartley, D. A. (1971). Separation of free acids C_2–C_5 in dilute aqueous solution column technology. *Journal of Chromatographic Science*, *9*(11), 673-681. https://doi.org/10.1093/chromsci/9.11.673.
44. Ørskov, E. R., & McDonald, I. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. The *Journal of Agricultural Science*, *92*(2), 499-503. https://doi.org/10.1017/S0021859600063048.
45. Rahmatimoghadam, Z., Mohammadabadi, T., Roshanfekr, H., Chaji, M., & Mirzadeh, Kh. (2016). Investigation the effect of diets containing different levels of oak kernel on ruminal digestion and fermentation and degradability of cow and buffalo in Khuzestan. *Animal Science Research Journal*, *28*(3), 17-29 (In Persian).
46. Rajkumar, K., Bhar, R., Kannan, A., Jadhav, R. V., Singh, B., & Mal, G. (2015). Effect of replacing oat fodder

with fresh and chopped oak leaves on *in vitro* rumen fermentation, digestibility and metabolizable energy. *Veterinary World, 8*(8), https://doi.org/1021. 10.14202/vetworld.2015.1021-1026.
47. Safaei A, Torbatinejad, N., Mansouri, H., & Zerehdaran, S. (2014). Effects of adding poly-ethylene-glycol on methane production in rumen, digestion and metabolic energy of grape and lime pomaces. *Research on Animal Production*, *5*(9), 83-95 (In Persian).
48. Salem, H. B., Saghrouni, L., & Nefzaoui, A. (2005). Attempts to deactivate tannins in fodder shrubs with physical and chemical treatments. *Animal Feed Science and Technology*, *122*(1-2), 109-121. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.04.009.
49. Sallamab, S. M. A. H., da Silva Bueno, I. C., de Godoy, P. B., Nozella, E. F., Vitti, D. M. S. S., & Abdalla, A. L. (2010). Ruminal fermentation and tannins bioactivity of some browses using a semi-automated gas production technique. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, *12*(1), 1-10.
50. SAS. (2001). Statistical Analysis System User's Guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC.
51. Sharifi, A., Chaji, M., & Vakili, A. (2019). Effect of treating recycled poultry bedding with tannin extracted from pomegranate peel on rumen fermentation parameters and cellulolytic bacterial population in Arabian fattening lambs. *Veterinary Research Forum*, *10*(2), 145-152. https://doi.org/10.30466/vrf.2019.75050.2007.
52. Taheri, M., Tahmasbi, R., Sharifi Hoseini, M. M., & Dayani, O. (2018). Chemical composition of ensiled licorice with different levels of wasted date and its feeding effect on digestibility and nitrogen balance in Rayeni goat. *Journal of Animal Production*, *20*(1), 15-27. https://doi.org/10.22059/jap.2018.232324.623202.
53. Tedeschi, L. O., Cannas, A., & Fox, D. G. (2010). A nutrition mathematical model to account for dietary supply and requirements of energy and other nutrients for domesticated small ruminants: The development and evaluation of the Small Ruminant Nutrition System. *Small Ruminant Research*, *89*(2-3), 174-184. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.12.041.
54. Theodoridou, K., Aufrère, J., Niderkorn, V., Andueza, D., Le Morvan, A., Picard, F., & Baumont, R. (2011). *In vitro* study of the effects of condensed tannins in sainfoin on the digestive process in the rumen at two vegetation cycles. *Animal Feed Science and Technology*, *170*(3-4), 147-159. https://doi.org/10.1017/S1751731111001510.
55. Van Soest, P. V., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, *74*(10), 3583-3597 . https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2.
56. Waghorn, G. C., Shelton, I. D., McNabb, W. C., & McCutcheon, S. N. (1994). Effects of condensed tannins in *Lotus pedunculatus* on its nutritive value for sheep. 2. Nitrogenous aspects. *The Journal of Agricultural Science*, *123*(1), 109-119. https://doi.org/10.1079/BJN19870015.
57. Yanez Ruiz, D. R., Moumen, A., Martin Garcia, A. I., & Molina Alcaide, E. (2004). Ruminal fermentation and degradation patterns, protozoa population, and urinary purine derivatives excretion in goats and wethers fed diets based on two-stage olive cake: Effect of PEG supply. *Journal of Animal Science*, *82*(7), 2023-2032. https://doi.org/10.2527/2004.8272023x.
58. Yarahmadi, B., Chaji, M., Boujarpour, M., Mirzadeh, K., & Rezaei, M. (2017). Effects of sainfoin tannin treated by water or urea on microbial population, gas production parameters, digestibility and *in vitro* fermentation. *Iranian Veterinary Journal*, *13*(3), 97-114. https://doi.org/10.22055/IVJ.2017.42664.1625 (In Persian).
59. Yousef Elahi, M. Y., & Rouzbehan, Y. (2008). Characteriztion of *Quercus persica*, Quercus infectoria and *Quercus libani* as ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, *140*(1-2), 78-89. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.02.009.